

(9) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(11) **DE 2427525 C2**

(51) Int. Cl. 3:  
**G 01 R 11/00**

(21) Aktenzeichen: P 24 27 525.0-35  
(22) Anmeldetag: 7. 6. 74  
(23) Offenlegungstag: 18. 12. 75  
(25) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 13. 12. 84

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Deutsche Zähler-Gesellschaft Nachf. A. Stepper & Co, 2000 Hamburg, DE; AEG-Telefunken AG, 1000 Berlin und 6000 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:

Friedl, Richard, Dr.-Ing., 3301 Lamme, DE; Seyfried, Peter, Dipl.-Phys., 3300 Braunschweig, DE

(56) Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene Druckschriften nach § 44 PatG:

NICHTS-ERLÄUTERT

(54) Schaltungsanordnung eines statischen Meßwerks für Elektrizitätszähler für Prüf- und Verrechnungszwecke

DE 2427525 C2

DE 2427525 C2

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 24 27 525  
 Int. Cl. 3: G 01 R 11/00  
 Veröffentlichungstag: 13. Dezember 1984

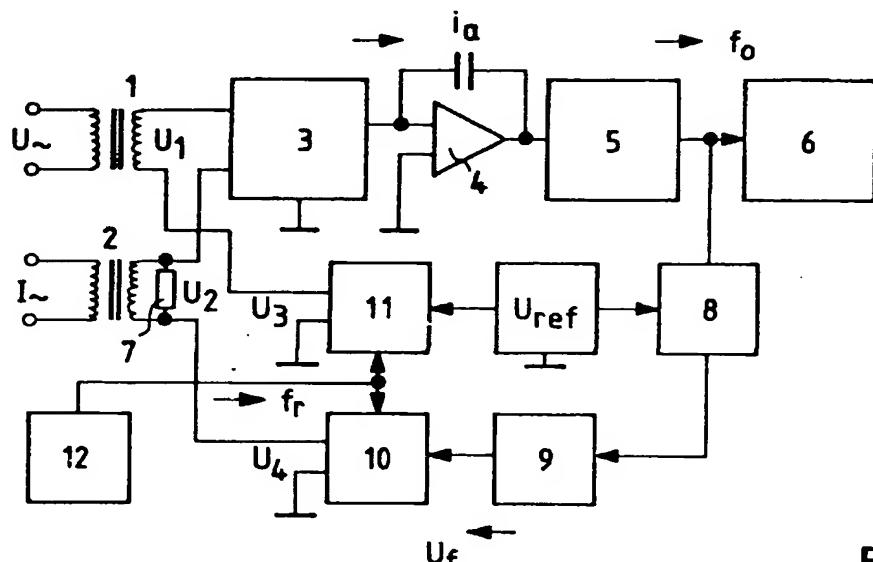


Fig. 1

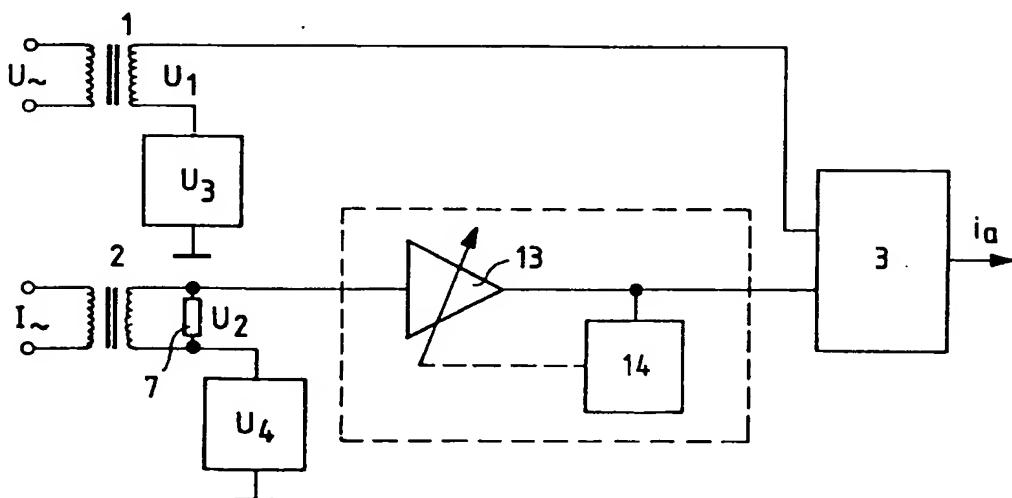


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

## Patentansprüche:

1. Anordnung eines statischen Meßwerks für Elektrizitätszähler für Wechselstrom, bei dem von den Eingangsmeßgrößen Spannung und Strom abgeleitete Wechselstromgrößen in einem Multiplizierer multipliziert werden und die Meßproduktgröße zwecks Mittelwertbildung einem Integrator zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß den Multipliziereingängen zusätzlich Referenzsignale von der Meßfrequenz abweichender Frequenz solcher Größe und Richtung zugeführt werden, daß der zeitliche Mittelwert der im Multiplizierer gebildeten Referenzproduktgröße den zeitlichen Mittelwert der Meßproduktgröße praktisch aufhebt, wobei der hierzu notwendige Betrag der Referenzproduktgröße vom Ausgang des Integrators in einer Regelschleife gesteuert wird und eine der Referenzproduktgröße und damit auch eine der Meßproduktgröße proportionale Impulsfolge für die Zählung erzeugt wird.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Integrator ein Analog/Frequenzwandler nachgeschaltet ist, dessen Ausgangsimpulse Signale konstanten Energieinhaltes auslösen, die ggf. über Umformerstufen beispielsweise Filter, Gleich- oder Wechselrichter oder induktive Wandler als Referenzsignal mindestens einem der Multipliziereingänge zugeführt werden, welche mit einem Referenzsignal am zweiten Multipliziereingang die Referenzproduktgröße bildet.

3. Anordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem Integrator anstelle eines Analog/Frequenzwandlers ein Komparator nachgeschaltet ist, der bei Erreichen einer Referenzschwelle, beispielsweise einer Referenzspannung, durch das Ausgangssignal des Integrators Referenzsignale konstanten Energieinhaltes auslöst, wodurch die Größe des Integratorausgangssignales wieder unter die Referenzschwelle des Komparators gedrückt wird und sich so eine zum Referenzprodukt und damit auch zum Meßprodukt proportionale Folge von Referenzsignalen konstanten Energieinhaltes einstellt, die für die Zählung verwendbar ist.

4. Anordnung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärkungsfaktor von Verstärkern, über welche Meß- und Referenzgrößen gleichzeitig verstärkt werden, in einer vorzugsweise von den Verstärkerausgängen selbst gesteuerten Regelung in der Weise verändert wird, daß die Verstärker unabhängig vom Betrag der Meß- und Referenzgrößen Ausgangssignale nahezu gleichbleibender Amplitude abgeben.

5. Anordnung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Meßgröße Spannung oder von der Meßgröße Strom abgeleitete Wechselstromgröße einschließlich des dieser Größe überlagerten Referenzsignale periodisch invertiert wird, so daß die Gleichstrommittelwerte sowohl der Meßproduktgröße als auch der Referenzproduktgröße periodisch umgepolten werden, wobei auch im Falle eines dem Integrator nachgeschalteten Analog/Frequenzwandlers nach Anspruch 2 oder im Falle eines dem Integrator nachgeschalteten Komparators nach Anspruch 3 entsprechend der periodischen Inversion der Polarität der Produktsignale der Analog/Frequenzwandler oder der Komparator in der Wei-

se umgeschaltet wird, daß die Funktion der Regelschleife richtig bleibt.

Es sind Schaltungen für Elektrizitätszähler mit statischem Meßwerk bekannt, mit deren Hilfe Leerlauf und Fehler durch Verstärkerdriften weitgehend vermieden werden können. Die Meßgenauigkeit dieser Geräte setzt u. a. die Unveränderlichkeit des Multiplikationsfaktors des erforderlichen Multiplizierers, die Unveränderlichkeit einer Referenzspannungsquelle und des Integrationskondensators über viele Jahre voraus. Während Referenzspannungsquellen heute bereits eine hohe Langzeitstabilität aufweisen, ist die Erfüllung der Stabilitätsanforderungen an die elektronischen Bauteile der Multipliziereinrichtung und an den Integrationskondensator noch relativ unsicher. Der Meßbereich der bekannten statischen Meßwerke wird auch bei Schaltungen zur Driftunterdrückung mit kleiner werdenden Meßgrößen durch Nichtlinearitäten im Bereich kleiner Aussteuerungen nach unten begrenzt. Bei Prüfzählern betreibt man zur Verminderung der vorgenannten Fehler die Zähler häufig bei gleichen Lastströmen und paßt die Prüfströme dem Prüfzählnennstrom über schaltbare Stufenstromwandler an. In ähnlicher Weise verfährt man bei der Anpassung der Prüfspannungen an die Nennspannung dieser sogenannten Gleichlastzähler. Es sind auch Schaltungen von Prüfzählern mit statischem Meßwerk bekannt, die eine selbsttätige Meßbereichsanpassung vornehmen. Bei diesen wird über Schaltrelais eine vom Meßstrom gesteuerte Stufenumschaltung der Stromwandlerbürde vorgenommen, wobei zur Erhaltung der Zählerkontakte die Ausgangsimpulsfolge dieser Zähler durch entsprechende Teilung der jeweils geschalteten Bürde angepaßt wird.

Die erfindungsgemäße Anordnung eines statischen Meßwerks für Elektrizitätszähler vermeidet den Einfluß von Veränderungen der Bauelemente des Multiplizierers und des Integrationskondensators auf das Meßergebnis weitestgehend. Sie erlaubt ferner eine volle Aussteuerung der die Meßgenauigkeit maßgebend bestimmenden Bauelemente des Meßwerks auch bei sehr kleinen Meßgrößen.

Es handelt sich beim Gegenstand der Erfindung um die Anordnung eines statischen Meßwerks für Elektrizitätszähler für Wechselstrom, bei dem von den Eingangsmeßgrößen Spannung und Strom abgeleitete Wechselstromgrößen in einem Multiplizierer multipliziert werden und die Meßproduktgröße zwecks Mittelwertbildung einem Integrator zugeführt wird. Erfindungsgemäß sind den Multipliziereingängen zusätzlich Referenzsignale von der Meßfrequenz abweichender Frequenz solcher Größe und Richtung zugeführt, daß der zeitliche Mittelwert der im Multiplizierer gebildeten Referenzproduktgröße den zeitlichen Mittelwert der Meßproduktgröße praktisch aufhebt, wobei der hierzu notwendige Betrag der Referenzproduktgröße vom Ausgang des Integrators in einer Regelschleife gesteuert wird und eine der Referenzproduktgröße und damit auch eine der Meßproduktgröße proportionale Impulsfolge für die Zählung erzeugt wird.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung. Die Meßspannung  $U_{\sim}$  wird über einen Spannungswandler 1 auf die Spannung  $U_1$  übertragen, die zusammen mit einer Referenzwechselspannung  $U_2$  den einen Eingang einer Multiplizierstufe 3

speist. Auf den zweiten Eingang dieser Stufe wird die Bürdenspannung  $U_2$ , die vom Meßstrom  $i_1$  über einen Stromwandler 2 und den Bürdewiderstand 7 abgeleitet wird, zusammen mit einer weiteren Referenzwechselspannung  $U_4$  gegeben.  $U_3$  und  $U_4$  besitzen die gleiche Frequenz  $f_0$ , die etwas höher als die Meßfrequenz ist. Die Phasenlage ist so gewählt, daß das Produkt  $U_1 \cdot U_2$  das entgegengesetzte Vorzeichen des Produktes  $U_3 \cdot U_4$  besitzt. Sind die Gleichstrommittelwerte beider Produkte gleich groß, so ist der Ausgangsgleichstrom  $i_3$  der Multiplizierstufe 3 gleich Null. Ein Regelkreis aus einem Verstärker 4, einem spannungsgesteuerten Frequenzgenerator 5, dem Pulsgenerator 8 mit nachgeschaltetem Filter 9 und dem Wechselrichter 10 sorgt dafür, daß die Bedingung  $i_3 = 0$  immer erfüllt ist.

Die Wirkungsweise der Schaltung ist folgende:

Eine Spannung am Ausgang des Verstärkers 4 hat am Ausgang des Generators 5 eine Frequenz  $f_0$  zur Folge. Mit dieser Frequenz werden in dem Pulsgenerator 8 Spannungsimpulse definierter Amplitude und Dauer (definierter Energieinhaltes) erzeugt. Die Amplitude wird von einer Referenzgleichspannung  $U_{ref}$  abgeleitet. Hinter dem Filter 9 erhält man eine Gleichspannung  $U_6$ , welche der Frequenz  $f_0$  proportional ist. Die Spannung  $U_6$  wird in dem Wechselrichter 10 in die Wechselspannung  $U_4$  umgewandelt, beispielsweise in eine Rechteckschwingung, wobei der Effektivwert von  $U_4$  der Gleichspannung  $U_6$  proportional ist. In gleicher Weise wird von der Referenzspannung  $U_{ref}$  über einen Wechselrichter 11 die konstante Wechselspannung  $U_3$  abgeleitet. Die Taktfrequenz  $f_t$  für die Wechselrichter wird vom Generator 12 geliefert. Da  $U_3$  proportional zu  $U_6$  und zu  $f_0$  ist, und da andererseits  $U_3$  konstant ist, so ist  $f_0$  dem Produkt  $U_3 \cdot U_4$  und wegen der Bedingung  $i_3 = 0$  auch dem Produkt  $U_1 \cdot U_2$  und damit der Meßleistung proportional.

Da in der erfundungsgemäßen Anordnung der Proportionalitätsfaktor zwischen dem Produkt der Eingangsgrößen des Multiplizierers und dessen Ausgangsgröße nicht in das Meßergebnis eingeht, ist es möglich, die Summe der Meß- und Referenzgröße an einem oder beiden Eingängen des Multiplizierers so zu regeln, daß der Multiplizierer unabhängig von den Meßgrößen stets optimal angesteuert wird. Ein Beispiel einer solchen Schaltungsanordnung ist im Prinzip in Fig. 2 dargestellt.

In einer der Eingangsleitungen zum Multiplizierer wird ein Verstärker 13 mit veränderbarem Verstärkungsfaktor eingeschaltet. Eine Regelschaltung 14 steuert die Verstärkung so, daß die Ausgangsgröße (Strom oder Spannung) näherungsweise konstant bleibt. Anstelle eines Verstärkers kann auch ein regelbarer Abschwächer benutzt werden. Als Regelemente kommen eine ganze Reihe von Bauelementen, wie z. B. Photowiderstände, temperaturabhängige Widerstände, Feldefekt-Transistoren u. ä. in Betracht.

Fig. 3 zeigt eine Anordnung nach Fig. 1, in der die Polarität einer der Eingangsgrößen (hier  $U_2 + U_4$ ) des Multiplizierers 3, von einem Taktgenerator 15 gesteuert, über einen Schalter 16 periodisch umgeschaltet wird und zugleich durch einen hinzugefügten Inverter 17 und einen weiteren Umenschalter 18 dafür gesorgt wird, daß die Funktion der Regelschleife, wie in der Beschreibung zu Fig. 1 angegeben, erhalten bleibt.

In der gezeichneten Schalterstellung entspricht die Funktion der Schaltung in allen Punkten der der Anordnung nach Fig. 1. In der zweiten Stellung von 16 wird die Summe  $U_2 + U_4$  invertiert, so daß sowohl das Produkt der von den Meßgrößen abgeleiteten Spannungen

$U_1 \cdot U_2$  und das Produkt der Referenzgrößen  $U_3 \cdot U_4$  das Vorzeichen wechseln. Der Abgleichzustand  $i_3 = 0$  bleibt erhalten. Da jedoch bei Abweichungen der Meßgrößen vom abgeglichenen Zustand der sich ergebende Wert von  $i_3$  das entgegengesetzte Vorzeichen gegenüber dem bei der ursprünglichen Schalterstellung besitzt, muß die Regelrichtung umgekehrt werden, was durch Einschalten des Inverters 17 über den Schalter 18, der synchron mit 16 schaltet, erreicht wird. Im idealen Fall wird sich so am spannungsgesteuerten Oszillator 5 bei festen Meßgrößen unabhängig von der Schalterstellung eine bestimmte Frequenz  $f_0$  einstellen.

Tritt am Eingang des Integrators 4 ein Fehlerstrom  $i_4$  auf, so regelt die Schaltung in der einen Schalterstellung auf den Abgleichwert  $i_3 + i_4 = 0$ , und in der zweiten Stellung auf  $i_3 - i_4 = 0$ , d. h. die variable Referenzspannung  $U_4$  stellt sich so ein, daß am Ausgang des Multiplizierers die Abweichung  $+ \Delta f_0$  bzw.  $- \Delta f_0$  gegenüber dem idealen Abgleich beträgt. Der Mittelwert von  $f_0$  entspricht jedoch dann praktisch dem richtigen Wert. Die Schaltung besitzt somit den Vorteil, auch Fehlergrößen am Eingang des Integrators (z. B. Driftströme) zu eliminieren, was von großer Bedeutung ist, wenn eine hohe Genauigkeit über einen großen Meßbereich erzielt werden soll.

Ein weiteres Beispiel einer erfundungsgemäßen Anordnung zeigt Fig. 4.

Die Summe aus der Sekundärspannung  $U_1$  und einer Referenzspannung  $U_4$ , sowie die Summe aus der vom Strom abgeleiteten Bürdenspannung  $U_2$  und der Spannung  $U_4$  werden auf die beiden Eingänge des Multiplizierers 3 gegeben. Zur Zeit  $t = 0$  sei  $U_4 = 0$ . Der Ausgangsstrom des Multiplizierers lädt den Integrationskondensator  $C$  auf, bis eine am Komparator 19 eingestellte Schwelle (hier 0 V) erreicht ist, und der Komparator diesen Zustand durch ein Ausgangssignal anzeigt. Dieses Signal löst in einem Referenzsignal-Generator 20 das Signal  $U_4$  aus, das aus einem einmaligen unipolaren oder bipolaren Impuls konstanter und bekannter Dauer und einer von einer Referenzgleichspannung  $U_{ref}$  abgeleiteten Amplitude besteht. Der von  $U_{ref}$  erzeugte Ausgangsstrom am Multiplizierer ist dem durch das Produkt der Spannungen  $U_1 \cdot U_2$  hervorgerufenen Strom entgegengerichtet. Dadurch wird die Ausgangsspannung des Integrator-Versstärkers 4 unter die Schwelle des Komparators heruntergedrückt. Nach Ende des Referenzsignals steigt sie wieder in Richtung auf die Schwelle des Komparators an, bis beim Erreichen der Schwelle das nächste Referenzsignal ausgelöst wird, u. s. w. Die Ausgangsspannung von 4 schwankt damit um einen zeitlich konstanten Mittelwert. Die Frequenz der Referenzsignale  $f_0$  ist dann der Eingangsleistung proportional und die Zahl der Impulse ist ein Maß für die elektrische Arbeit im Meßkreis. Eine Umschaltung zur Vermeidung von Driften am Eingang des Integrators kann hier entsprechend Beispiel Fig. 3 vorgenommen werden.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

ZEICHNUNGEN BLATT 2

Nummer: 24 27 525  
Int. Cl.<sup>3</sup>: G 01 R 11/00  
Veröffentlichungstag: 13. Dezember 1984

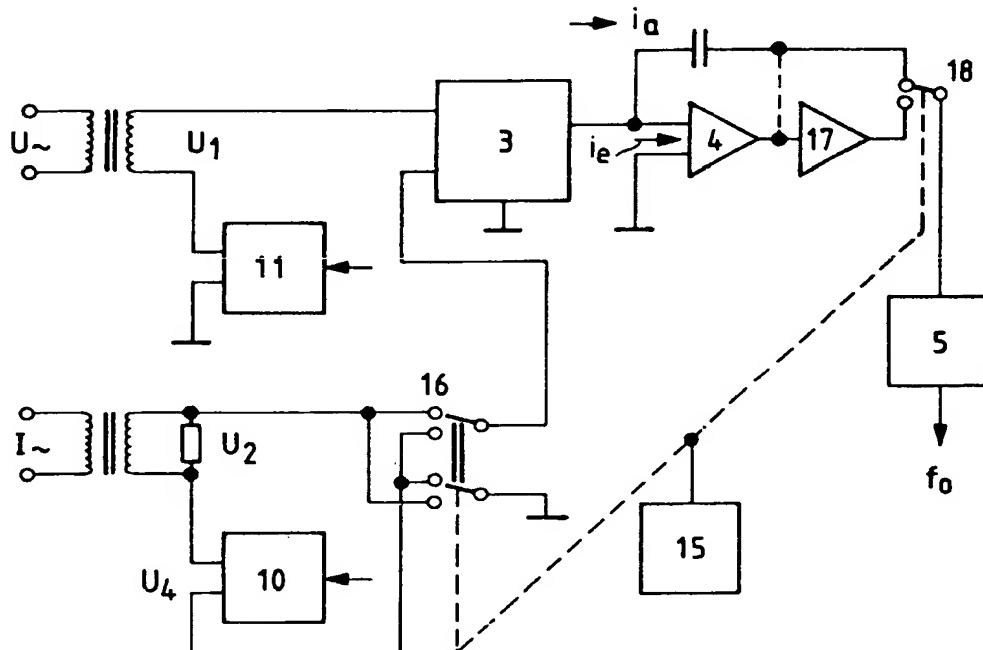


Fig. 3

